

乳化柴油钻井液在石油欠平衡钻井中的应用

葛明军

(黑龙江省齐齐哈尔矿产勘查开发总院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:钻井液固相控制是欠平衡钻井成败的关键技术之一。乳化钻井液的配制、监控、维护直接影响油气的发现。结合 SN308 钻井施工,从地层负压值的设计,以及钻井液密度、水压力的计算,确定了乳化柴油钻井液的各项性能指标,并提出了使用和维护管理方法,在施工中得到成功的应用。

关键词:乳化柴油钻井液;欠平衡钻井;负压值

中图分类号:TE254 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)11-0043-03

Application of Emulsified Diesel Oil Drilling Fluid in Under-balanced Drilling/GE Ming-jun (General Institution of Mineral Exploration & Development in Qiqihaer of Heilongjiang Province, Qiqihaer Heilongjiang 161006, China)

Abstract: Solid control on drilling fluid is an essential technique for under-balanced drilling. Preparation, control and maintenance for emulsified drilling fluid will directly affect the forecast on oil and gas. With the drilling experience in SN308, each performance index of emulsified diesel oil drilling fluid was determined by design of negative pressure value of the formation and calculation on the fluid density and water pressure. The method of usage and maintenance of the fluid were suggested and applied successfully in the construction.

Key words: emulsified diesel oil drilling fluid; under-balanced drilling; negative pressure value

低密度乳化柴油钻井液体系具有不可压缩(井底负压值波动小),密度可调范围广、对油气层无污染等优势。而密度可调范围广既可以确保发现油气又可在出现井眼失稳时及时上调钻井液密度保证施工安全。通过乳化柴油钻井液在 SN308 探井的应用,望能为在类似地质构造下石油欠平衡钻井工程提供一点参考。

1 工程概况

SN308 号石油探井位于吉林省长岭县前七号镇西八大公司,井位坐标: $X = 4901390.47$, $Y = 21565317.96$, $H = 167$ m。设计井深 3000 m,主要目的层为泉头组、营城组,完钻层位为营城组。设计地层剖面及预计油气层位置见表 1。

表 1 地层情况及油气层预测位置

深度/m	层厚/m	地 层 组 段	地层简述	油气层预测
120	120	第四系(Q)	灰黄色表土层,灰黄色流沙层,杂色砂砾层	
225	105	泰康组(Nt)	灰绿色泥岩与灰色、灰白色细砂岩、砂砾岩互层	
789	564	明水组(K _{2m})	灰绿色、棕红色泥岩与灰色粉砂岩、泥质粉砂岩略等厚互层	
1022	233	四方台组(K _{2s})	棕红色、灰色泥岩与灰色泥质粉砂岩、细砂岩互层	
1464	442	嫩江组(K _{2n})	灰色、深灰色、灰绿色泥岩夹浅灰色泥质粉砂岩,底部深灰、灰黑色油页岩与深灰色泥岩互层	可见良好油气显示
1675	211	姚家组(K _{2y})	棕色、棕红色泥岩与粉砂岩、细砂岩互层	注意发现油气
2034	359	青山口组(K _{2qn})	棕色、棕红色泥岩与灰色粉砂岩、细砂岩互层,下部灰色泥岩与灰色细砂岩互层	注意发现油气
2134	100	泉四段(K _{1q} ⁴)	棕色、棕红色、褐色泥岩与褐色细砂岩互层	可见良好油气显示
2566	432	泉三段(K _{1q} ³)	棕色、棕红色泥岩与棕色、棕红色、灰色细砂岩互层	可见良好油气显示
3000	434 未穿	营城组(K _{1yc})	棕色、棕红色、褐色泥岩与灰色凝灰岩互层,夹少量灰黑色玄武岩	可见良好油气显示

2 欠平衡钻井负压值范围设计

利用专用软件对邻井 CL-10 井的电测资料处

理后得到的压力剖面表明地层坍塌压力在营城组(2151~3051 m)下部平均达到 1.1 g/cm³左右(见图 1),而且,这部分的孔隙压力小于坍塌压力。因

收稿日期:2007-03-06

作者简介:葛明军(1969-),男(汉族),黑龙江齐齐哈尔人,黑龙江省齐齐哈尔矿产勘查开发总院高级工程师,资源勘查工程专业,从事石油钻井工作,江苏省昆山市萧林路 1158 号振华建设集团有限公司(215316),gmj1990@sina.com。

此,该坍塌压力可不作为负压值设计主要依据。 密度 $0.95 \sim 1.0 \text{ g/cm}^3$ 。
SN308 井钻井地质设计书预测营城组孔隙压力当量

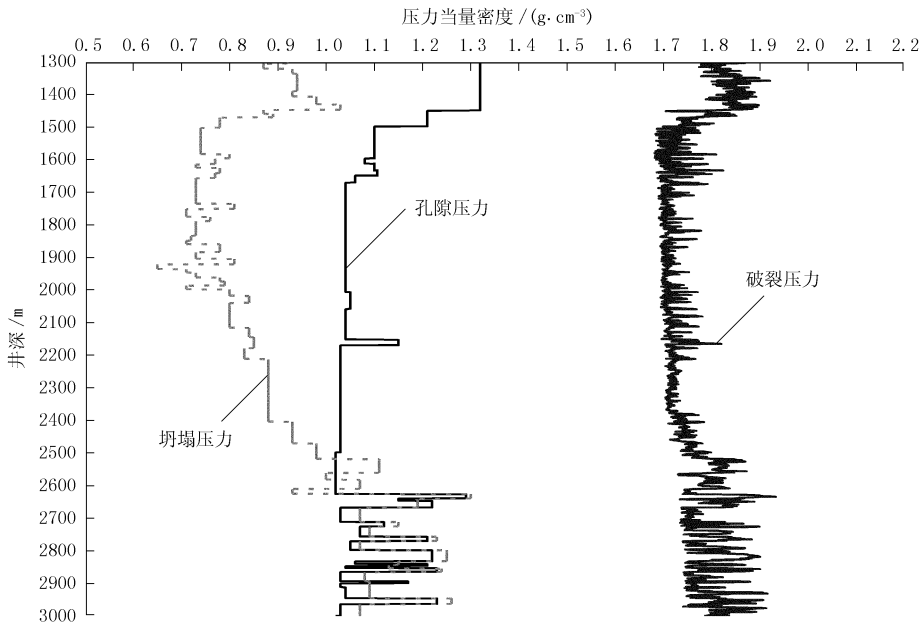


图1 CL-10井压力当量密度

结合地质设计预测孔隙压力 ($0.95 \sim 1.0 \text{ g/cm}^3$) 和 CL-10 井电测资料处理后得到的压力剖面在营城组上部井段的检测压力 ($1.02 \sim 1.05 \text{ g/cm}^3$), 设计负压值时营城组孔隙压力 $0.95 \sim 1.05 \text{ g/cm}^3$ 。

本井的最大负压值可以达到 5.17 MPa ($1.05 \sim 0.86 \sim 0.014$) $\times 3000 \times 0.0098$ 。

综合以上因素,使用乳化柴油钻井液体系时井底临界动负压值范围为 $0.5 \sim 3.4 \text{ MPa}$ 。

3 欠平衡钻井液密度及水压力计算

根据地层孔隙压力计算出欠平衡钻井液密

度 0.91 g/cm^3 ($0.95 \sim 0.5/3000/0.0098 \sim 0.014$), 如果地层孔隙压力按 1.05 g/cm^3 计算,则钻井液密度 1.02 g/cm^3 。

三开时,先把乳化柴油钻井液密度调整为 0.86 g/cm^3 ,此时如果地层压力为 0.95 g/cm^3 ,钻进时负压值为 2.23 MPa ,这样更有利于油气的发现。钻遇油气层之后,加强对岩屑的监视,如果发现掉块严重,再利用节流阀加回压,把井底压力当量密度调整到 0.91 g/cm^3 。如果出油气严重,超过井口设备允许的压力范围,应增加回压或调整泥浆密度,使井口回压值在安全范围之内。

欠平衡钻井水力参数计算结果见表2。

表2 欠平衡钻井水力参数计算结果

井深 /m	钻井液密度 /($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	泵排量 /($\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$)	喷嘴面积 / mm^2	泵压 /MPa	环空压力 /MPa	环空当量密度 /($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	环空流体密度 /($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	环空液体速度 /($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
2600	0.86	25	180	15	22.34	0.877	0.863	0.9
2650	0.86	25	180	15	22.77	0.877	0.863	0.9
2700	0.86	25	180	15.2	23.20	0.877	0.863	0.9
2750	0.86	25	180	15.2	23.63	0.877	0.863	0.9
2800	0.86	25	180	15.4	24.06	0.877	0.863	0.9
2850	0.86	25	180	15.4	24.49	0.877	0.863	0.9
2900	0.86	25	180	15.5	24.92	0.877	0.863	0.9
2950	0.86	25	180	15.6	25.35	0.877	0.863	0.9
3000	0.86	25	180	15.7	25.78	0.877	0.863	0.9

4 乳化柴油钻井液配方及性能

4.1 钻井液配方

$95\% \sim 85\%$ (0 或 -10 号) 柴油 + $5\% \sim 15\%$ 水 + $1.5\% \sim 2.5\%$ 有机土 + $1\% \sim 2\%$ 主乳化剂 OP + $0.3\% \sim 0.5\%$ 辅乳化剂。

处理添加剂:NaOH、有机土、加重剂。

4.2 钻井液性能

密度 $0.86 \sim 1.05 \text{ g/cm}^3$, 漏斗粘度 $23 \sim 40 \text{ s}$, 塑性粘度 $7 \sim 15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, 屈服值 $2 \sim 7 \text{ Pa}$, 固相含量(体积) $\leq 8\%$, 油水比(体积) $95:5 \sim 85:15$, 含砂量(体积) $\leq 0.3\%$, $\text{MBT} \leq 3 \text{ g/L}$, pH 值 $8.5 \sim 10$, $K_f \leq 0.1$ 。应用于井段 $2596 \sim 3000 \text{ m}$, 井眼尺寸 215.9 mm 。

5 乳化柴油钻井液配制及使用方法

水包油乳状液中水相的矿化度对其粘度、切力有一定影响,因此配制前应对配浆水进行分析,如果矿化度高应先进行水的预处理,再用来配制水包油钻井液。开钻前分 $2 \sim 3$ 次配制乳化钻井液,在 1 号和 2 号泥浆罐中加入柴油(三开施工时天气最低温度 $>5 \text{ }^\circ\text{C}$,可使用零号柴油),按配方顺序加入乳化剂、润湿剂,充分搅拌,使所有油溶组分全部溶解,再按比例将油与乳化剂的混合物加入水中,充分搅拌约 2 h 后测性能。注意新配钻井液粘度不要太高,主要是在了解钻井液携岩、岩屑分离和气液分离等效果后,再确定是否提高粘度。钻具下钻到设计井深后,用清水顶替井眼内的聚合物钻井液到废浆坑中,替入乳化钻井液,密切观察钻井液返出,钻井中用 2 号罐循环和配乳化柴油钻井液。经充分循环后开始三开钻进。在钻井过程中要勤观测返出的钻屑及钻井液性能变化情况,每班检测油水比,用增加水量和有机土加量来提高钻井液粘度。

根据欠平衡钻井的施工情况,随时调整钻井液密度,需降低密度时,采用增加油水比的方法和利用固控设备清除固相的方法来降低钻井液密度,同时按比例加入乳化剂等材料;一旦钻遇高压层,根据井控设计需要可加清水和土粉及时提高钻井液密度,若所需密度要求较高,可选择重晶石粉加重。视钻井液的消耗情况,按配方要求随时补充油水乳化液,正常维护及处理钻井液的处理剂尽可能按比例配成胶液加入。

6 现场乳化柴油钻井液管理及维护

现场按要求配备相应的循环系统、加重系统和

固控设备,每个循环罐配备搅拌器 2 台,各罐之间相互连通并有闸门控制。配备 2 个容积各为 10 m^3 的药剂配制罐,搅拌器必须满足处理剂配制要求。钻井队至少要配备 2 名钻井液工程师负责从事钻井液工作,并进行现场钻井液检测和收集任务。

(1) 每小时测 1 次常规性能:密度、漏斗粘度、 pH 值;

(2) 每班测 $1 \sim 2$ 次流变性能 $\text{O}600 \sim 300 \text{ Gel}$;

(3) 每班测一次含砂量、油水比;

(4) 不定期开展现场小型试验;

(5) 收集地层压力数据;

(6) 收集井径、井斜数据;

(7) 统计钻井液材料消耗;

(8) 处理、收集排量、返速数据。

7 结论

(1) 乳化柴油钻井液体系能满足欠平衡钻井的要求,具有较好的稳定井壁能力,机械钻速提高 $2 \sim 4$ 倍。

(2) 影响欠平衡负压值主要指标是乳化柴油钻井液的固相控制。钻井中钻井液把钻屑带出井口,用固控设备清除固相防止钻屑的反复研磨,可以保证钻井液密度相对稳定。根据欠平衡施工情况,钻井液密度可适时调整。

(3) 乳化柴油钻井液对钻井设备的橡胶件腐蚀影响较小,经室内实验,钻井用橡胶密封件在乳化柴油中浸泡 1 个月后不变形而且有弹性。

(4) 乳化柴油钻井液的实施为后续相似地质构造钻井施工提供了良好的依据与借鉴经验。

参考文献:

- [1] 刘文. 欠平衡钻井地层压力预测研究[D]. 黑龙江大庆:大庆石油学院,2002.
- [2] 赵海洋,郭宗诚,周永章,毛万明. 欠平衡钻井液技术研究现状[J]. 石油钻探技术,2002,(6).
- [3] 郭才轩. 实用欠平衡钻井液技术[J]. 钻井液与完井液,2002,(6).
- [4] 杨虎,鄢捷年. 欠平衡钻井中钻井液密度的确定与控制方法[J]. 石油钻采工艺,2003,(6).